



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 26 348 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 K 6/02**

②① Aktenzeichen: 101 26 348.1  
②② Anmeldetag: 30. 5. 2001  
④③ Offenlegungstag: 24. 1. 2002

BEST AVAILABLE COPY

DE 101 26 348 A 1

③⑩ Unionspriorität:  
208360 31. 05. 2000 US

⑦① Anmelder:  
General Motors Corporation, Detroit, Mich., US

⑦④ Vertreter:  
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

⑦② Erfinder:  
Morris, Robert L., Milford, Mich., US; Kidston, Kevin  
S., New Hudson, Mich., US; Peterson, Richard C.,  
Troy, Mich., US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zur aktiven Antriebsstrangdämpfung**

⑤⑦ Ein Vortriebssystem, das für Hybridfahrzeuge ausgebildet ist, verwendet einen ersten Drehmomentweg von einem gekoppelten Motor-Generator-System und Verbrennungsmotor durch ein automatisiert geschaltetes Handschaltgetriebe mit einem zweiten Drehmomentweg von einer Quelle des zweiten Drehmoments an die Räder. Das System umfaßt den hohen Wirkungsgrad eines Handschaltgetriebes mit der Glattheit hochentwickelter Automatikgetriebe durch Verwendung eines zweiten Drehmomentweges, um das von einem Fahrer angeforderte Drehmoment während Schalt- und Bremsanforderungen beizubehalten.

DE 101 26 348 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dämpfung von Oszillationen des Antriebsstranges in einem Hybridfahrzeug.

#### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] An die Konstruktion von Kraftfahrzeugen wird zunehmende Anforderungen bezüglich Insassenkomfort und Kraftstoffeffizienz gestellt. Es ist ein Hauptziel der meisten Fahrzeugkonstruktionen, ein effizienteres Fahrzeug zu schaffen, ohne daß Insassenkomfort und -zufriedenheit verlorengehen.

[0003] Überdies steht insbesondere, wenn alternative Fahrzeugantriebssysteme verwendet werden, der Insassenkomfort und die Kraftstoffeffizienz manchmal im Gegensatz zueinander. Dies trifft insbesondere für Hybrid-Fahrzeugkonstruktionen zu.

[0004] Ein Hybridfahrzeug ist ein Fahrzeug, das zumindest zwei Energiequellen aufweist. Ein elektrisches Hybridfahrzeug (HEV) ist ein Fahrzeug, bei dem eine der Energiequellen elektrisch ist und die andere Quelle von einer Wärmekraftmaschine abgeleitet werden kann, der Diesel, Benzin oder eine andere Quelle chemischer Energie verbrennt.

[0005] Allgemein verwendet ein Hybridfahrzeug mehr als einen Typ von Energiespeicherung. Das HEV umfaßt Speicherbrücken (storage bridges) für sowohl elektrische Energie als auch chemische Energie und wandelt diese in mechanische Arbeit um, um einen Vortrieb für das Fahrzeug zu schaffen und Fahrzeugsysteme zu betreiben. Es können zahlreiche Wege der Kopplung der Systeme verwendet werden, die typischerweise die Form einer oder mehrerer Wärmekraftmaschinen und eines oder mehrerer Elektroantriebe annehmen, die über ein Getriebe gekoppelt sind, das einem oder mehreren Rädern zugeordnet ist. Dies hat eine erhebliche Komplexität zur Folge, da die Leistungsfähigkeit, das Ansprechvermögen und die Ruckfreiheit (Glattheit) dieser Vorrichtungen typischerweise ziemlich unterschiedlich ist. Somit kann, während ein Wirkungsgradgewinn von dem System erhalten werden kann, die Komplexität zur Steuerung desselben, um ein glattes Ansprechen zu bilden, das von dem Fahrer erwartet wird, weitaus schwieriger werden.

[0006] Wenn dem Wirkungsgrad und einem Hybridfahrzeug hohe Priorität gegeben wird, ist für die Aufgabe zur Kopplung der Drehmomentquellen mit den Rädern ein automatisiertes Handschaltgetriebe gut geeignet, das elektronisch gesteuert werden kann und einen der höchsten Wirkungsgrade von Getrieben aufweist.

[0007] Das Getriebe ist in dem Antriebsstrang zwischen der Wärmekraftmaschine und den angetriebenen Rädern positioniert. Das Getriebe umfaßt ein Gehäuse mit einer Eingangswelle, einer Ausgangswelle und einer Vielzahl kämmender Zahnräder. Es sind Mittel vorgesehen, um ausgewählte kämmende Zahnräder zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle zu verbinden und um zwischen diesen ein gewünschtes Übersetzungsverhältnis zur Geschwindigkeitsverringerung zu bilden. Die kämmenden Zahnräder, die in dem Getriebegehäuse enthalten sind, besitzen eine variiende Größe, um so eine Vielzahl derartiger Übersetzungsverhältnisse zu bilden. Durch geeignetes Schalten unter diesen verschiedenen Übersetzungsverhältnissen kann eine Beschleunigung und Verlangsamung des Fahrzeugs auf eine glatte (ruckfreie) und effiziente Art und Weise erreicht werden.

[0008] Jedoch ist das Fahrverhalten eines Hybridfahrzeugs infolge von Drehmomentoszillationen nachteilig beeinflusst, die auftreten, wenn abrupte Drehmomentänderun-

gen in dem Betrieb des Verbrennungsmotors und des damit gekoppelten Getriebes auftreten. Derartige Oszillationen treten während des Schaltens und des Anfahrens auf.

[0009] Beispielsweise erfordert ein Kraftfahrzeug bei niedrigen Geschwindigkeiten zur Beschleunigung höhere Drehmomentanforderungen, wobei die Anforderung abnimmt, wenn die Reisegeschwindigkeit angenähert wird.

[0010] Demgemäß muß, um die Drehmomentanforderung für die Beschleunigung des Kraftfahrzeugs zu erfüllen, ein Getriebe mit mehreren Übersetzungsverhältnissen mit einem Verbrennungsmotor gekoppelt sein.

[0011] Die Kombination von hohen Antriebsstrangwirkungsgraden, die eine geringe Dämpfung aufweisen, und mehr als einer Drehmomentquelle, die an die Räder angelegt wird, erzeugt sowohl Probleme als auch Möglichkeiten. Dies ist insbesondere während des Schaltens und des anfänglichen Anfahrens des Fahrzeugs offensichtlich. Im Gegensatz zu einem Automatikgetriebe vom Planetentyp ist ein Handschaltgetriebe nicht in der Lage, ein Drehmoment während einer Schaltantwort durch sich selbst an die Räder anzulegen, wodurch es eine erhebliche Verringerung der Leistungsfähigkeit und der Fahrerzufriedenheit aufweist. Eine Lösung in einem parallelen Hybridfahrzeug besteht darin, eine Sekundärdrehmomentquelle zu verwenden, die nicht durch das Getriebe sondern entweder nach dem Getriebe auf die selbe Achse oder völlig auf ein anderes Paar Räder gekoppelt ist. Daher kann durch vorsichtige Komponentenkonstruktion und -auswahl ein Hybridsystem sowohl im Hinblick auf Wirkungsgrad als auch Leistungsfähigkeit und Ruckfreiheit optimiert werden.

[0012] Im Gegensatz zu den Drehmomentoszillationen eines automatisierten Handschaltgetriebes erzeugt ein Elektromotor oder Antriebsstrang beim Start höhere Drehmomente, die abnehmen, wenn eine zunehmende Geschwindigkeit erreicht wird.

[0013] Demgemäß besteht insbesondere, da der Drehmomentausgang eines Elektromotors den Anforderungen des Fahrzeugs ähnlich ist, kein Bedarf für ein Getriebe oder einen Antriebsstrang, der für einen Verbrennungsmotor mit hohem Wirkungsgrad verwendet wird. Daher ist insbesondere, um die Unterschiede zwischen den Antriebseinheiten eines Hybridfahrzeuges auszugleichen, eine Synchronisation zwischen der Antriebskraft der beiden Motoren oder Antriebsstränge erforderlich.

[0014] Zusätzlich wird die Dämpfung der Drehmomentoszillationen eines automatisierten Handschaltgetriebes das Fahrverhalten und die Leistungsfähigkeit desselben weiters steigern.

[0015] Demgemäß müssen insbesondere, um ein hocheffizientes Hybridfahrzeug zu schaffen, das einen kraftstoffeffizienten Verbrennungsmotor verwendet, die Drehmomentoszillationen, die durch einen direkt gekoppelten Antriebsstrang bewirkt werden, minimiert werden.

[0016] Zusätzlich verwenden Hybridfahrzeuge auch ein Konzept, das als regenerative Bremsung bekannt ist. Allgemein ist die regenerative Bremsung die Umwandlung der kinetischen Energie des Fahrzeugs in eine Quelle elektrischer Leistung. Die kinetische Energie des Fahrzeugs wird von den sich drehenden Rädern in Ansprechen auf eine Anwenderanforderung zur Verlangsamung oder zum Stopp des Fahrzeugs umgewandelt. Ein Generator wird betätigt und erzeugt demgemäß elektrische Energie, wenn dieser eine Stoppkraft an die Fahrzeugachse und/oder den Antriebsstrang in Ansprechen auf eine Stoppanforderung anlegt.

[0017] Daher wird gemäß der regenerativen Bremsung die kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt, wenn das Fahrzeug beginnt, sich zu verlangsamen.

[0018] Jedoch ist insbesondere bei Situationen, wenn das

negative Drehmoment des regenerativen Bremssystems eines Hybridfahrzeuges nicht ausreichend genug ist, um die Bremsbedarfsanforderung des Fahrers zu erfüllen, das regenerative Bremssystem durch ein herkömmliches Reibungsbremssystem ergänzt.

[0019] Die Verwendung eines Reibungsbremssystems in Verbindung mit einem regenerativen Bremssystem erzeugt eine plötzliche Drehmomentumkehr des Traktionsantriebs-systemes. Demgemäß erzeugt insbesondere, da eine erhebliche Menge an Spiel in der Reihe von Zahnrädern und Kopp-lungen besteht, die die Elektromotoren mit den Antriebsrädern verbinden, diese Drehmomentumkehr eine lästige Stör-ung, die als "dumpfes Geräusch des Antriebsstrangs" be-kannt ist.

[0020] Daher besteht ein Bedarf für eine Steuermethode in einem Hybridfahrzeug, bei der das Drehmoment des Antriebsstrangs so gesteuert wird, daß die Dynamik des vorher erwähnten Spiels auf eine glatte Art und Weise angepaßt wird, wodurch verhindert wird, daß die Leistungsfähigkeit des Fahrzeuges nachteilig beeinflusst wird.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0021] Durch die Bedeutsamkeit der Wirkungsgrade von Antriebssträngen in heutigen Fahrzeugen und insbesondere bei Hybridfahrzeugen stellt ein Handschaltgetriebe die beste Lösung zur Optimierung dieses Wirkungsgrades dar. Unglücklicherweise besitzt ein Handschaltgetriebe in einer Standardanordnung einige Nachteile. Diese bestehen haupt-sächlich darin, daß es langsam zu schalten ist, während eines Schaltens kein Drehmoment an die Räder anlegt, oftmals rauh wirkt, wenn die Kupplung nach einem Schalten wieder eingerückt wird, einen Teil der kinetischen Energie während eines Schaltens verschwendet, die in der Motorträgheit ge-speichert ist und automatisiert eine komplexe Kupplungs-steuerung erfordert, um zu versuchen, das Schalten glatt (ruckfrei) auszuführen.

[0022] Wenn das System in einem Hybridfahrzeug enthal-ten ist und ein Sekundärtriebssystem damit verbunden ist, können zahlreiche Verbesserungen durchgeführt werden. Eine Automatisierung des Handschaltgetriebes und Verwen-dung einer aktiven Drehzahl synchronisation und Gesamt-drehmomentsteuerung erlaubt, daß viele negative Merkmale beseitigt werden können. Schaltungen können schnell ohne Öffnen der Kupplung ausgeführt werden, ein glattes Einrück-ken und Ausrücken jedes Ganges wird möglich, Energie wird während des Hochschaltens rückgewonnen und eine Synchronisationsausstattung innerhalb des Getriebes kann beseitigt werden, um Kosten und Gewicht zu sparen. Zu-sätzlich kann ein Hybridfahrzeug derart ausgebildet sein, daß ein Sekundärmittel zum Anlegen eines Drehmomentes an die Räder so verwendet werden kann, daß während eines Schaltens des automatisierten Handschaltgetriebes an dem Hauptantriebsstrang das Drehmoment mit dem Sekundärsy-tem abgeglichen wird, so daß von dem Fahrer keine Ände-rung der Beschleunigung bemerkt wird. Das Endergebnis ist ein Antriebsstrang, der hocheffizient und so glatt (ruckfrei) wie die besten Automatikgetriebe arbeitet.

[0023] Diese Konzepte arbeiten auch mit einem automati-sierten Standardhandschaltgetriebe, das mit einer einzelnen Drehmomentquelle, wie beispielsweise einem Verbren-nungsmotor oder einem einzelnen Elektroantrieb verbunden ist, obwohl die Drehzahl des Systems verringert wird und die Fähigkeit zur Übertragung des Drehmomentes auf die Räder während eines Schaltens verlorengeht. Eine einzelne Drehmomentenquelle könnte aber auch dazu verwendet werden, die Synchronisation und das Schalten bei geschlos-sener Kupplung durch sich selbst zu verbessern.

### ZEICHNUNGSKURZBESCHREIBUNG

[0024] Die vorliegende Erfindung wird nun nur beispiel-haft unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0025] Fig. 1 ein Diagramm ist, die die Hybridfahrzeugsy-temanordnung einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0026] Fig. 2 ein Diagramm ist, das die Konfiguration des Heckvortriebssystems einer beispielhaften Ausführungs-form der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0027] Fig. 3 ein Diagramm ist, das den Berechnungspro-zeß des Dämpfungsdrehmomentes zeigt;

[0028] Fig. 4 ein Diagramm ist, das einen alternativen Be-rechnungsprozeß des Dämpfungsdrehmomentes zeigt;

[0029] Fig. 5 eine Vielzahl von Diagrammen ist, die das Achsenverwindungssteuerverfahren zeigen; und

[0030] Fig. 6 ein Flußdiagramm ist, das das Achsenver-windungssteuerverfahren zeigt.

### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUG-TEN AUSFÜHRUNGS-FORMEN

[0031] In Fig. 1 ist eine Hybridfahrzeugsystemkonfigura-tion zum Gebrauch mit der vorliegenden Erfindung gezeigt. [0032] Ein Hybridfahrzeug 10 ist derart ausgebildet, daß es ein Heckvortriebssystem 12 und ein Frontvortriebssystem 14 umfaßt. Das Heckvortriebssystem 12 weist einen Ver-brennungsmotor 16 auf, der eine Antriebskraft für ein auto-matisiertes Handschaltgetriebe 18 vorsieht, das die Antriebskraft des Verbrennungsmotors 16 in das erforderliche Drehmoment zum Antrieb der Hinterräder des Hybridfahr-zeuges 10 umwandelt.

[0033] Bei der bevorzugten Ausführungsform ist das Frontvortriebssystem 14 ein elektrischer Traktionsantrieb mit einem kontinuierlichen Drehmomentausgang. Alternativ dazu ist das Frontvortriebssystem 14 ein Hydraulik- oder Schwungradsystem oder ein Verbrennungsmotor ohne Ge-triebe.

[0034] Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der Ver-brennungsmotor 16 ein Dieselmotor mit hohem Wirkungs-grad. Jedoch kann gemäß der vorliegenden Erfindung der Motor 16 eine beliebige Form einer Wärmekraftmaschine sein, die eine gesteuerte Drehmomentgröße erzeugt. Zusätz-lich kann als Alternative der Verbrennungsmotor und das Hauptvortriebssystem an einer beliebigen Stelle innerhalb der Fahrzeuge angeordnet sein, wie beispielsweise in näch-ster Nähe zu den Vorderrädern, entlang der rückwärtigen Achse oder zentral innerhalb des Fahrzeugs angeordnet.

[0035] In den Fig. 1 und 2 sind Komponententeile des Heckvortriebssystems 12 gezeigt. In Ansprechen auf eine Anwender- oder Fahrerbetätigung eines Gaspedalmechanis-mus (nicht gezeigt) liefert der Verbrennungsmotor 16 eine Drehkraft an die Antriebswelle 20, die mit einem Schwun-grad 22 gekoppelt ist. Um die Drehkraft von dem Schwun-grad 22 an das automatisierte Handschaltgetriebe 18 zu übertragen, ist eine Kupplung 24 positioniert, um das Schwungrad 22 einzurücken und auszurücken.

[0036] Die Kupplung 24 kann ein Mechanismus sein, der eine steuerbare Kupplung verwendet. Die Kupplung 24 ist mit einer Eingangswelle 26 eines automatisierten Hand-schaltgetriebes 18 gekoppelt. Die Eingangswelle 26 ist mit einer Vielzahl von Eingangszahnrädern 28 gekoppelt. Jedes der Eingangszahnräder 28 weist einen unterschiedlichen Durchmesser und/oder ein unterschiedliches Zahnverhältnis auf, was einen unterschiedlichen Drehmomentwert bewirkt, und kann in Ansprechen auf eine Gangschaltanweisung ei-nen Kontakt mit einem entsprechenden einer Vielzahl von

Ausgangszahnradern 30 herstellen, die an einer Ausgangswelle 32 des automatisierten Handschaltgetriebes 18 befestigt sind. Ähnlicherweise weisen Ausgangszahnradern 30 jeweils einen unterschiedlichen Durchmesser und/oder ein unterschiedliches Zahnverhältnis auf.

[0037] Die Ausgangswelle 32 liefert schließlich eine resultierende Antriebskraft an ein Heckdifferential 34 und eine jeweilige Achse 36, die eine Drehkraft an die Hinterräder 38 des Hybridfahrzeugs 10 liefert.

[0038] Ein System 40 aus Elektromotor/Generator (MGS) ist auch mit der Eingangswelle 26 gekoppelt. Das Motor/Generator-System 40 ist mit der Eingangswelle 26 an einer Position entfernt von der Kupplung 24 gekoppelt. Demgemäß kann, wenn eine Drehkraft an die Eingangswelle 26 angelegt wird, das Motor/Generator-System 40 gedreht werden, um eine Quelle elektrischer Energie zum Gebrauch in dem Hybridfahrzeug 10 wie auch eine Drehantriebskraft für die Welle 26 zur Verfügung zu stellen.

[0039] Alternativ dazu kann das Motor/Generator-System (MGS) anstelle einer direkten Kopplung mit dem Getriebe in das Schwungrad eingebaut oder mit diesem gekoppelt sein.

[0040] Zusätzlich kann als eine alternative Ausführungsform der Sekundärelektromotor so positioniert sein, um eine Antriebskraft an das Differential oder direkt an die Räder zu liefern, wobei eine Vielzahl von Radmotoren verwendet werden kann.

[0041] Zusätzlich kann, da der Motorgenerator mit der Eingangswelle des Getriebes gekoppelt ist, dieser dazu verwendet werden, ein Schalten des Getriebes zu unterstützen.

[0042] Überdies kann das Motor/Generator-System 40 Drehmomentkorrekturen anlegen, um die Drehmomentoszillationen eines automatisierten Handschaltgetriebes 18 direkt zu beseitigen, wenn es durch seinen Gangzyklus geschaltet wird.

[0043] Da sowohl der Verbrennungsmotor als auch das Motor/Generator-System mit der Eingangswelle gekoppelt ist, werden diese jeweils einzeln gesteuert, um das gewünschte Summendrehtmoment auf die Eingangswelle zu erhalten. Da der Verbrennungsmotor langsamer anspricht und bei Drehmomentwechseln höhere Auslassungen erzeugt, kann er hauptsächlich durch das Motor/Generator-System, um das erwünschte Eingangswellendrehmoment zu erhalten, bis zu der Leistungsfähigkeit des Motor/Generator-Systems ergänzt werden. Diese Form der Steuerung wird ausgeführt, sobald ein Gang des Getriebes eingerückt ist.

[0044] Zusätzlich wird eine Steuerung für die Eingangswelle vorgesehen. Dies erfolgt mit der Kombination von Drehmomentanweisungen an das Motor/Generator-System (MGS) und den Verbrennungsmotor. Typischerweise wird das System, das schneller anspricht, als die Hauptsteuerung für die Drehzahl verwendet. Dieses Steuerverfahren wird jedesmal verwendet, wenn das Getriebe nicht eingerückt ist, und wird zur aktiven Synchronisation während Schaltungen verwendet. Zusätzlich ist dies mit zahlreichen Moden ausgeführt, die verschiedene Verstärkungen und eine Dämpfung der Drehzahlsteuerung umfassen. Dies erlaubt, daß eine optimale Drehzahlsteuerung in jedem Fall verwendet werden kann.

[0045] Ein Standardschaltvorgang durchläuft die folgenden Schritte. Wenn das Schalten eines Ganges angewiesen wird, wird ein Zieldrehmomentprofil für das Summendrehtmoment der Eingangswelle bestimmt, das das Drehmoment von dem gegenwärtigen Wert bis auf Null herunter verringert. Diese kombinierte Steuerung des Verbrennungsmotors und des Motor/Generator-Systems wird dazu verwendet, um dieses Profil zu erhalten.

[0046] Auch wird während dieser Zeit die Differenz zwi-

schen dem vom Fahrer angeforderten Drehmoment und dem durch das Getriebe erzielten Drehmoment durch den Sekundär-antriebsstrang kompensiert. Auf diese Art und Weise fühlt der Fahrer keine Änderung der Fahrzeugfunktion während des Schaltens.

[0047] Der Verbrennungsmotor und das Motor/Generator-System arbeiten zusammen, um die Eingangswellendrehzahl auf die Zieldrehzahl für den neuen Gang zu ändern. Während dieser Periode werden hohe Verstärkungen dazu verwendet, um die Zieldrehzahl so schnell wie möglich zu erreichen.

[0048] Wenn das Motor/Generator-System und der Verbrennungsmotor die Zieldrehzahl erreichen und sich dort stabilisieren, wird ein gefilterter Wert des Summendrehtmoments gemessen. Dieser Wert ist eine Kombination von Drehmomentfehlern und der Größe des Drehmoments, die erforderlich ist, um die Eingangswelle bei dieser Drehzahl zu drehen. Dieser Wert kann dazu verwendet werden, die Drehmomentkarten zu korrigieren, wird aber hauptsächlich für einen Offsetwert und ein Startdrehmoment bei Eingriff des Ganges verwendet. Auf diese Art und Weise kann, wenn der Gang eingerückt ist, ein Drehmoment von wirklich Null an der Eingangswelle gehalten werden, und anschließend, nachdem der Gang eingerückt ist, kann ein neues Drehmomentprofil ausgehend von der wirklichen Null dazu verwendet werden, das Drehmoment auf die Eingangswelle rampenartig zu erhöhen. Dies steigert die Ruckfreiheit des Schaltens merklich.

[0049] Gleichzeitig wird die Drehzahlsteuerung für den Verbrennungsmotor und das Motor/Generator-System auf einen Modus mit niedrigerer Verstärkung geändert, um einen weichen Eingriff sicherzustellen, und der Zieloffset wird rampenartig auf Null abgesenkt. Nach Eingriff des nächsten Ganges schaltet die Steuerung des Verbrennungsmotors und des Motor/Generator-Systems von einer Drehzahlsteuerung auf eine Drehmomentsteuerung, und es wird, wie oben erwähnt ist, ein Zieldrehmomentprofil für die Eingangswelle bestimmt, das von dem vorher bestimmten Drehmomentoffset beginnt und bis zu dem vom Fahrer angeforderten Drehmoment rampenartig zurück ansteigt. Demgemäß kann ein schnelles, wiederholbares und glattes Schalten durch Verwendung der Fähigkeit aller drei Systeme ausgeführt werden, nämlich dem Verbrennungsmotor, dem Motor/Generator-System und dem automatisierten Handschaltgetriebe.

[0050] Dieses System zum Schalten erzielt die folgenden Eigenschaften: Durch vorsichtiges Steuern der Drehmomentänderungen während eines Einrückens und Ausrückens und dadurch, daß sichergestellt wird, daß ein Zustand mit einem Drehmoment von Null zu den Zeitpunkten des Ausrückens und Einrückens vorliegt, kann eine Ruckfreiheit optimiert werden. Die Schaltdrehzahl wird durch Kombination von sowohl dem Verbrennungsmotordrehmoment als auch dem Drehmoment des Motor/Generator-Systems optimiert, um diese aktiv an jeden neuen Gang zu synchronisieren. Die Antriebsstrangleistungsfähigkeit wird dadurch gesteigert, daß sowohl das Motor/Generator-System als auch der Verbrennungsmotor zusammen zur Übertragung von Drehmoment an die Räder verwendet werden.

[0051] Eine Anfahrsteuerung unter Verwendung der Kupplung wird jedesmal verwendet, wenn das gegenwärtige Übersetzungsverhältnis und die gegenwärtige Raddrehzahl derart ist, daß die Eingangswellendrehzahl unterhalb der Motorleerlaufdrehzahl oder der Zielmotoranfahrtdrehzahl liegt. In diesen Fällen wird die Kupplung dazu verwendet, daß beabsichtigte Motordrehmoment so auszugleichen, daß die Motordrehzahl konstant bleibt. Auch gleicht das Motor/Generator-System Änderungen des Kupplungsdrehmo-

ments aus, wodurch zugelassen wird, daß ein Zieldrehmomentprofil auf Grundlage der Anforderung des Fahrers ausgeführt werden kann. Dies bedeutet, daß der Motor versucht wird, das Zieldrehmoment zu erzeugen, die Kupplung die Motordrehzahl steuert und somit das tatsächliche Drehmoment, das durch den Motor erzeugt wird, ausgleicht, und das Motor/Generator-System Korrekturen durchführt, die erforderlich sind, um sicherzustellen, daß das tatsächliche Eingangswellendrehmoment gleich dem Zieldrehmomentprofil ist. Dies hat glatte Übergänge des Eingangswellendrehmoments zur Folge, während der Motor bei einer gewünschten Drehzahl beibehalten wird, die für die optimale Kombination von Ruckfreiheit, Wirkungsgrad und Leistung ausgewählt werden kann.

[0052] Zusammengefaßt kann der Prozeß wie folgt allgemein beschrieben werden. Eine Schaltsequenz wird begonnen und die Systemsteuerung bestimmt die Eingangswelldrehzahl und die erforderliche Synchronisierungsdrehzahl. Die Welle ist im unbelasteten Zustand und es wird ein neuer Gang eingelegt und die Kraft auf das Schalten des Ganges dort wird gesteuert. Während des gesamten Prozesses wird das Drehmoment gesteuert, um die Zieldrehzahl zu synchronisieren und zu steuern, wie auch die Kraft des Schaltenden zu steuern. Überdies wird das Drehmoment bezüglich Wiederholungen des Schaltprozesses gesteuert. Der neue Gang wird eingerückt und die Welle wird mit einer antreibenden Drehmomentkraft wieder belastet. Der Prozeß ist für sowohl ein Hinaufschalten als auch Herunterschalten gleich.

[0053] Bei Bestimmung der Absicht des Schaltens in einen anderen Gang geschieht das folgende. Es werden beide Hinterraddrehzahlen gemessen und gemittelt, um die Drehzahl des Differentials zu bestimmen. Die Verwendung des beabsichtigten Ganges zur Bestimmung des beabsichtigten Schaltverhältnisses multipliziert mit der gegenwärtigen Drehzahl des Differentials erzielt die Zieleingangswelldrehzahl. Während dieser Zeit wird das vom Fahrer angeforderte Drehmoment auch kontinuierlich auf Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Stellung des Gaspedales berechnet.

[0054] An diesem Punkt wird die vorher detailliert beschriebene Gangschaltsequenz eingeleitet. Die Hybridsystemsteuerung gibt die erforderlichen Anweisungen aus, um ein Summendrehmoment auf die Eingangswelle des automatisierten Handschaltgetriebes zu verringern, und durch Überwachung des resultierenden Drehmomentes an den Rädern weist die Systemsteuerung auch den erforderlichen Drehmomentanstieg für das zweite Vortriebssystem an, um einen Drehmomentwert auf allen vier Rädern gleich der gegenwärtigen Anforderung von dem Fahrer zu halten. Der Schaltprozeß gelangt durch eine Neutralstellung, und bei Eingriff des beabsichtigten Ganges wird das Eingangswellendrehmoment zurück auf den Zieldrehmomentwert erhöht, während die Verwendung des Sekundärvortriebssystems als Ergänzung beibehalten wird. Das Ergebnis ist, daß kein Verlust an Summenraddrehmoment während des Schaltens auftritt.

[0055] Eine Hybridsystemsteuerung 42 sieht Anweisungseingänge für das Heckvortriebssystem 12 und das Frontvortriebssystem 14 vor. Um ein Dämpfungs-drehmoment für die Eingangswelle 26 zu schaffen, muß die erforderliche Drehmomentkorrektur berechnet werden.

[0056] Eine Heckvortriebssystemsteuerung 44 liefert Anweisungseingänge an das Heckvortriebssystem 12, das eine Drehmomentkorrektur vorsieht. Die Heckvortriebssystemsteuerung 44 berechnet die erforderliche Korrektur durch Ausführen eines Computeralgorithmus, der auf Grundlage der erforderlichen Eingangsinformation die erforderliche Drehmomentkorrektur vorsieht.

[0057] Die Heckvortriebssystemsteuerung 44 empfängt einen Drehzahleingang (Umdrehung pro Minute) von jedem Hinterrad 38. Die Drehzahlen der Räder 38 werden von einem Paar Drehzahlsensoren 46 berechnet, die so positioniert sind, um die Drehzahlen des Rades 38 an die Heckvortriebssystemsteuerung 44 zu liefern. Zusätzlich werden auch die Drehzahlen des Motor/Generator-Systems 40 in den Computeralgorithmus der Heckvortriebssystemsteuerung 44 eingegeben.

[0058] Demgemäß sieht, da das Heckvortriebssystem 12 eine Gangschaltsequenz durchläuft, bei der ein Drehmomentabfall auftritt, die Heckvortriebssystemsteuerung 44 eine Drehmomentanweisung für das Motor/Generator-System 40 vor, die die erforderliche Drehmomentkorrektur für die Eingangswelle 26 vorsieht.

[0059] Wenn beispielsweise die Kupplung 24 aus dem Schwungrad 22 ausgerückt ist, legt der Verbrennungsmotor 16 keine Torsionskraft an die Eingangswelle 26 an, und daher führt, um diesen Mangel zu ergänzen, die Heckvortriebssystemsteuerung 44 ein Anweisungssignal aus, das zur Folge hat, daß das Motor/Generator-System 40 eine Korrekturtorsionskraft an die Eingangswelle 26 anlegt.

[0060] Umgekehrt führt, wenn die Kupplung 24 mit dem Schwungrad 22 wieder in Eingriff gebracht ist, die Heckvortriebssystemsteuerung 45 ein Anweisungssignal aus, das zur Folge hat, daß das Motor/Generator-System 40 keine Korrekturtorsionskraft mehr anlegt.

[0061] Demgemäß ergänzt das Motor/Generator-System 40 die Antriebskraft des Verbrennungsmotors 16, was zuläßt, daß das Hybridfahrzeug 10 ein Vortriebssystem mit hohem Wirkungsgrad verwenden kann, das einen Verbrennungsmotor gekoppelt mit einem automatisierten Handschaltgetriebe verwendet, das die Nachteile eines derartigen Systems auf das Fahrverhalten nicht aufweist.

[0062] Wie in Fig. 3 gezeigt ist, veranschaulicht ein Flußdiagramm die Drehmomentkorrekturen des Motor/Generator-Systems, die aus Raddrehzahlmessungen berechnet werden, die in einen Anweisungsschritt 50 eingegeben werden. Der Anweisungsschritt 50 bestimmt den Durchschnitt der Raddrehzahl. Ein Schritt 52 empfängt die durchschnittliche Raddrehzahl zusätzlich zu der Drehzahl des Motor/Generator-Systems (MGS-RPM). Schritt 52 berechnet auf Grundlage dieser Eingänge eine Delta RPM (Delta Drehzahl), die in einen Phasenkompensator 54 eingegeben wird, der einen Eingang in einen Schritt 56 liefert. Schritt 56 bestimmt die Dämpfungsverstärkung, die durch das Motor/Generator-System 40 angelegt werden soll. Demgemäß beeinflußt das Motor/Generator-System 40 die Eingangswelle, um eine Dämpfungskompensation vorzusehen.

[0063] Als eine Alternative zeigt, wie in Fig. 4 gezeigt ist, ein Flußdiagramm die Dämpfungskompensation auf Grundlage der Drehzahl des Motor/Generator-Systems (MGS-RPM). Die Drehzahlen des Motor/Generator-Systems werden in einen Schritt 50 eingegeben, der die Delta RPM (Delta Drehzahl) unter Verwendung der folgenden Formel:  $(Z-1)^2/(Z-A)^2$  bestimmt.

[0064] Wie in der Ausführungsform von Fig. 3 gezeigt ist, wird die Delta Drehzahl in einen Phasenkompensator 54 eingegeben und das resultierende Drehmoment des Motor/Generator-Systems berechnet.

[0065] In den Fig. 5 und 6 ist eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind Komponententeile, die ähnliche oder analoge Funktionen ausführen, mit Mehrfachen von 100 beziffert.

[0066] Hierbei weist das Hybridfahrzeug 110 ein regeneratives Bremssystem 160 auf. Das regenerative Bremssystem 160 sieht in Ansprechen auf eine von einem Fahrer an-

gelegte Stoppanforderung eine Drehmomentkraft an die Eingangswelle oder die Radachsen vor. Dieses Drehmoment sieht auch eine Drehkraft auf den Generatorabschnitt des Motor/ Generator-Systems vor, und demgemäß bildet der Generator eine Stromquelle, die dazu verwendet wird, die Komponenten des Fahrzeugs zu betreiben oder das Batteriesystem des Fahrzeugs zu laden. Um die Ausbeute an regenerativer Energie zu maximieren, besteht das hauptsächliche Ansprechen des Hybridfahrzeugs auf einem von einem Anwender angelegten Bremspedaleingang darin, ein negatives Drehmoment mit beiden der Front- und Heckelektroantriebssysteme eines parallelen Hybridfahrzeugs anzulegen. Das Fahrzeug ist auch mit einem Reibungsbremssystem ausgerüstet, das nur angewendet wird, wenn die Elektromotordrehmomente nicht groß genug sind, um die Bremsanforderung des Fahrers zu erfüllen.

[0067] Diese Wirkung resultiert in einer plötzlichen Drehmomentumkehr des Traktionsantriebssystems. Da eine erhebliche Größe an Spiel in diesen Reihen von Zahnrädern und Kopplungen besteht, die die Elektromotoren mit den Antriebsrädern verbinden, bewirkt diese Drehmomentumkehr eine Störung, die als "dumpfes Geräusch des Antriebsstrangs" bekannt ist. Das Steuerungsverfahren der vorliegenden Erfindung verhindert das dumpfe Geräusch durch Steuerung des Drehmomentes in dem Antriebsstrang, so daß es sich dem Nullpunkt annähert und seine Richtung auf eine glatte Art und Weise umkehrt, die die Dynamik und das Spiel in dem Antriebsstrang berücksichtigt.

[0068] Fig. 5 zeigt den Prozeß zur Steuerung des dumpfen Geräusches. Das Drehmoment wird an die Achse des Hybridfahrzeugs angelegt, wobei die Achse wie eine Uhrfeder wirkt und sich in einem aufgewickelten Zustand befindet. Wenn sich die Antriebs- oder Drehmomentanforderung Null annähert, wird die Achse abgewickelt. Demgemäß befindet sich kein Drehmoment an der Achse, wenn das Fahrzeug das Spiel durchläuft. Daher baut sich, wenn das Spiel aufgenommen ist, das Drehmoment in einer entgegengesetzten Richtung auf, wenn sich die Achse in der entgegengesetzten Richtung aufwickelt.

[0069] Das System zur Steuerung des dumpfen Geräusches der vorliegenden Erfindung befindet sich abhängig von der Drehmomentanforderung des Fahrers und der Dynamik des Antriebsstranges in dem abgewickelten Zustand, Spielzustand oder wieder aufgewickelten Zustand.

[0070] In dem abgewickelten Zustand wird die Größe der Achsenlinienverwindung kontinuierlich geschätzt und das Motordrehmoment so gesteuert, daß die Änderungsrate und Achsenverwindung zur gleichen Zeit Null ist, wenn das Drehmoment Null ist. An diesem Punkt wird das Motordrehmoment in einem langsamen Anstieg gesteuert, um das Spiel zu durchlaufen.

[0071] Sobald das Spiel überwunden ist, befindet sich das Fahrzeug nun in dem Wiederaufwickelzustand, bei dem das Motordrehmoment derart gesteuert wird, daß die Dynamik des Antriebsstranges nicht erregt wird, was eine unerwünschte Wirkung auf den Fahrer zur Folge haben könnte.

[0072] In Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm 162 den Signalfluß zur Steuerung des dumpfen Geräusches. Ein erster Schritt 164 empfängt Eingänge in der Form von Fahrzeugraddrehzahlen, und dieselben werden gemittelt, um eine durchschnittliche Fahrzeugraddrehzahl zu bilden, die in einen Schritt 166 eingegeben wird. Die durchschnittliche Raddrehzahl wird dann mit einem Getriebeübersetzungsverhältnis multipliziert, um eine skalierte Raddrehzahl zu erhalten, die in einen Schritt 168 eingegeben wird, um die Motordrehmomentanweisung zu berechnen. Die durchschnittliche Raddrehzahl wird auch in eine dynamische Bewertungseinheit 170 eingegeben. Die dynamische Bewertungseinheit

170 bewertet die Achsenverwindung auf Grundlage der Eingänge des Motordrehmomentes, der Motordrehzahl und der durchschnittlichen Raddrehzahl.

[0073] Schritt 168 berechnet die Motordrehmomentanweisung auf Grundlage der Eingänge der geschätzten Achsenverwindung, der Antriebs- oder Drehmomentanforderung, der Motordrehzahl und der skalierten Raddrehzahl. Die resultierende Motordrehmomentanweisung wird dann in die RPS-Systemsteuerung eingegeben, die den Ausgang des Motor/Generator-Systems modifiziert, um die erforderliche Drehmomentkraft zu schaffen.

[0074] Zusammengefaßt verwendet ein Vortriebssystem, das für Hybridfahrzeuge ausgebildet ist, einen ersten Drehmomentweg von einem gekoppelten Motor-Generator-System und Verbrennungsmotor durch ein automatisiert geschaltetes Handschaltgetriebe mit einem zweiten Drehmomentweg von einer Quelle des zweiten Drehmoments an die Räder. Das System umfaßt den hohen Wirkungsgrad eines Handschaltgetriebes mit der Glattheit hochentwickelter Automatikgetriebe durch Verwendung eines zweiten Drehmomentweges, um das von einem Fahrer angeforderte Drehmoment während Schalt- und Bremsanforderungen beizubehalten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Lieferung einer Vortriebskraft für ein Hybridfahrzeug, das umfaßt, daß:

- a) eine erste Antriebskraft an zumindest ein Rad des Hybridfahrzeugs geliefert wird, wobei die erste Antriebskraft durch einen Verbrennungsmotor erzeugt wird, der mit einem automatisierten Handschaltgetriebe gekoppelt ist;
- b) Drehmomentabfälle oder -oszillationen in Verbindung mit einem Schalten des automatisierten Handschaltgetriebes vorhergesehen werden; und
- c) eine zweite Antriebskraft an das Rad geliefert wird, wobei die zweite Antriebskraft die Drehmomentabfälle oder -oszillationen verhindert.

2. Verfahren zur Lieferung einer Vortriebskraft für ein Hybridfahrzeug, das umfaßt, daß:

- a) eine erste Antriebskraft an zumindest ein Rad des Hybridfahrzeugs geliefert wird, wobei die erste Antriebskraft durch einen Verbrennungsmotor erzeugt wird, der mit einem automatisierten Handschaltgetriebe gekoppelt ist;
- b) Drehmomentabfälle oder -oszillationen in Verbindung mit einem Schalten des automatisierten Handschaltgetriebes vorhergesehen werden; und
- c) eine zweite Antriebskraft an ein anderes Rad des Hybridfahrzeuges geliefert wird, wobei die zweite Antriebskraft die Drehmomentabfälle oder -oszillationen verhindert.

3. Verfahren zur Lieferung einer Vortriebskraft an ein Hybridfahrzeug, das umfaßt, daß:

- a) ein erster Drehmomentweg zur Lieferung einer Antriebskraft an zumindest ein Rad des Fahrzeugs verwendet wird; und
- b) ein zweiter Drehmomentweg zur Lieferung einer ergänzenden Antriebskraft an zumindest ein Rad des Fahrzeugs verwendet wird, wobei der zweite Drehmomentweg während einer Schaltsequenz eines automatisierten Handschaltgetriebes aktiviert ist.

4. Verfahren zur Lieferung einer Antriebskraft an ein Hybridfahrzeug, das umfaßt, daß:

- a) Rampenprofile verwendet werden, um das Summendrehmoment zu modifizieren, das an die

- Eingangswelle durch zumindest zwei Vortriebssysteme angelegt wird; und
- b) die Eigenschaften der Vortriebssysteme in einem einzelnen Wert kombiniert werden, wobei der Wert ein optimaler Zustand zur Modifikation des an die Eingangswelle angelegten Summendrehmomentes ist.
5. Verfahren nach Anspruch 2, ferner umfassen, daß:
- d) ein erstes Vortriebssystem vorgesehen wird, das derart ausgebildet und positioniert ist, um eine Antriebskraft an zumindest ein Rad des Fahrzeugs zu liefern;
- e) ein zweites Vortriebssystem vorgesehen wird, das derart ausgebildet und positioniert ist, um eine Antriebskraft an ein anderes Rad des Fahrzeugs zu liefern;
- f) eine zweite Vortriebssystemsteuerung vorgesehen wird, um das zweite Vortriebssystem zu betätigen; und
- g) eine Systemsteuerung vorgesehen wird, um das erste Vortriebssystem zu betätigen und eine Anweisungsanforderung an das zweite Vortriebssystem zu liefern, wobei die Systemsteuerung einen Steueralgorithmus zur Bestimmung der erforderlichen Anweisungen verwendet, die an die ersten und zweiten Vortriebssysteme geliefert werden, um so das Hybridfahrzeug mit einer kontinuierlichen Antriebskraft zu versehen.
6. Vortriebssystem zur Verwendung in einem Hybridfahrzeug, mit:
- a) einem ersten Vortriebssystem, das derart ausgebildet und positioniert ist, um eine Antriebskraft an zumindest ein Rad des Fahrzeugs zu liefern;
- b) einem zweiten Vortriebssystem, das derart ausgebildet und positioniert ist, um eine Antriebskraft an ein anderes Rad des Fahrzeugs zu liefern;
- c) einer zweiten Vortriebssystemsteuerung zur Betätigung des zweiten Vortriebssystems; und
- d) einer Systemsteuerung zur Betätigung des ersten Vortriebssystems und zur Lieferung einer Anweisungsanforderung an das zweite Vortriebssystem, wobei das Steuersystem einen Steueralgorithmus zur Bestimmung der erforderlichen Anweisungen verwendet, die an die ersten und zweiten Vortriebssysteme geliefert werden, um so das Hybridfahrzeug mit einer kontinuierlichen Antriebskraft zu versehen.
7. Vortriebssystem nach Anspruch 6, wobei das zweite Vortriebssystem umfaßt:
- i) einen Verbrennungsmotor, der eine Antriebskraft an ein automatisiertes Handschaltgetriebe liefert, das eine Eingangswelle und eine Ausgangswelle aufweist, wobei die Ausgangswelle derart ausgebildet, bemessen und positioniert ist, um eine Antriebskraft an zumindest ein Rad des Fahrzeugs zu liefern.
8. Vortriebssystem nach Anspruch 7, ferner mit:
- e) einem Motor/Generator-System, das mit der Eingangswelle an einer ersten Position gekoppelt ist, und wobei die Eingangswelle mit dem Verbrennungsmotor an einer zweiten Position gekoppelt ist, wobei die zweite Position von der ersten Position entfernt ist, wobei das Motor/Generator-System derart ausgebildet ist, um eine Antriebskraft an die Eingangswelle zu liefern oder alternativ dazu eine Antriebskraft von der Eingangswelle zu empfangen.

9. Vortriebssystem nach Anspruch 8, wobei das Motor/Generator-System eine Drehmomentkraft an die Eingangswelle liefert, um das Schalten des Getriebes ohne Entkoppeln der Eingangswelle von dem Verbrennungsmotor zu erleichtern.
10. Vortriebssystem nach Anspruch 8, wobei das Motor/Generator-System eine elektrische Ladung erzeugt, die durch das Hybridfahrzeug verwendet wird.
11. Vortriebssystem nach Anspruch 8, wobei die Systemsteuerung einen Computeralgorithmus verwendet, um die Drehmomentkraft zu bestimmen, die an die Eingangswelle angelegt wird, um das Schalten des Getriebes zu erleichtern.
12. Vortriebssystem zum Gebrauch in einem Hybridfahrzeug, mit:
- a) einem ersten Vortriebssystem, das derart ausgebildet und positioniert ist, um eine Antriebskraft an zumindest ein Rad des Fahrzeugs zu liefern;
- b) einem zweiten Vortriebssystem, das derart ausgebildet und positioniert ist, um eine Antriebskraft an ein anderes Rad des Fahrzeugs zu liefern;
- c) einer zweiten Vortriebssystemsteuerung zur Betätigung des zweiten Vortriebssystems; und
- d) einer Systemsteuerung zur Betätigung des ersten Vortriebssystems und zur Lieferung einer Anweisungsanforderung an das zweite Vortriebssystem, wobei die Systemsteuerung einen Steueralgorithmus zur Bestimmung der erforderlichen Anweisungen verwendet, die an die ersten und zweiten Vortriebssysteme geliefert werden, um so das Hybridfahrzeug mit einer kontinuierlichen Antriebskraft zu versehen.
13. Vortriebssystem nach Anspruch 12, wobei das zweite Vortriebssystem umfaßt:
- i) einen Verbrennungsmotor, der eine Antriebskraft an ein automatisiertes Handschaltgetriebe liefert, das eine Eingangswelle und eine Ausgangswelle aufweist, wobei die Ausgangswelle derart ausgebildet, bemessen und positioniert ist, um eine Antriebskraft an einen zweiten Satz Räder zu liefern.
14. Vortriebssystem nach Anspruch 13, wobei das erste Vortriebssystem ein elektrischer Traktionsantrieb zur Lieferung eines kontinuierlichen Drehmomentausganges an einen ersten Satz von Rädern ist, und wobei die Systemsteuerung das erste Vortriebssystem anweist, den kontinuierlichen Drehmomentausgang des ersten Vortriebssystems zu erhöhen und/oder zu verringern, um das Hybridfahrzeug mit der kontinuierlichen Antriebskraft zu versehen.
15. Vortriebssystem nach Anspruch 9, wobei das erste Vortriebssystem ein elektrischer Traktionsantrieb zur Lieferung eines kontinuierlichen Drehmomentausganges an zumindest ein Rad des Fahrzeugs ist, und wobei die Systemsteuerung das erste Vortriebssystem anweist, um den kontinuierlichen Drehmomentausgang des ersten Vortriebssystems zu erhöhen und/oder zu verringern, um das Hybridfahrzeug mit der kontinuierlichen Antriebskraft zu versehen.

- Leerseite -



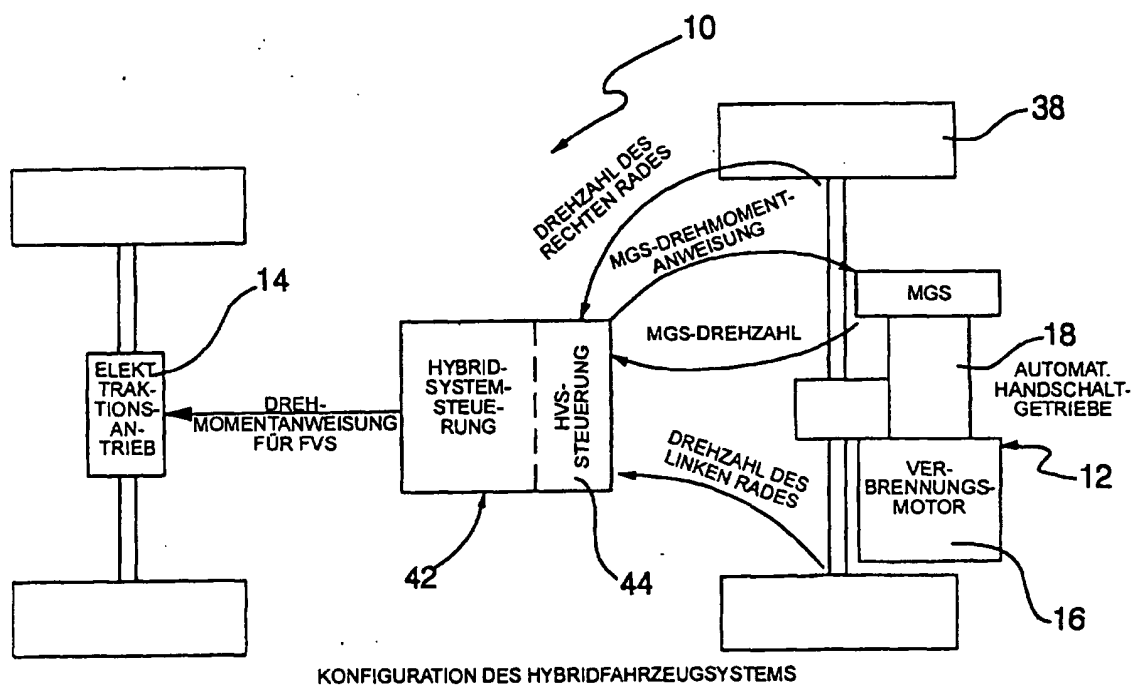
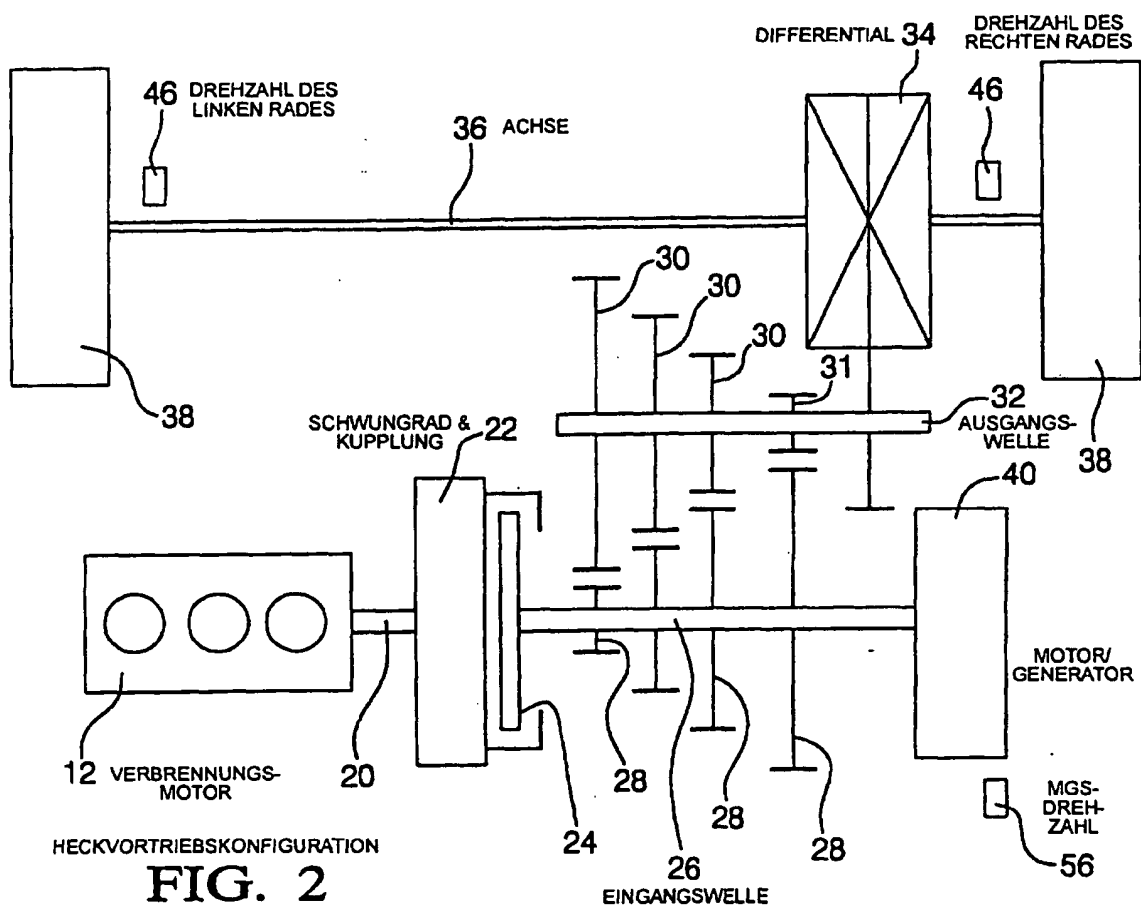
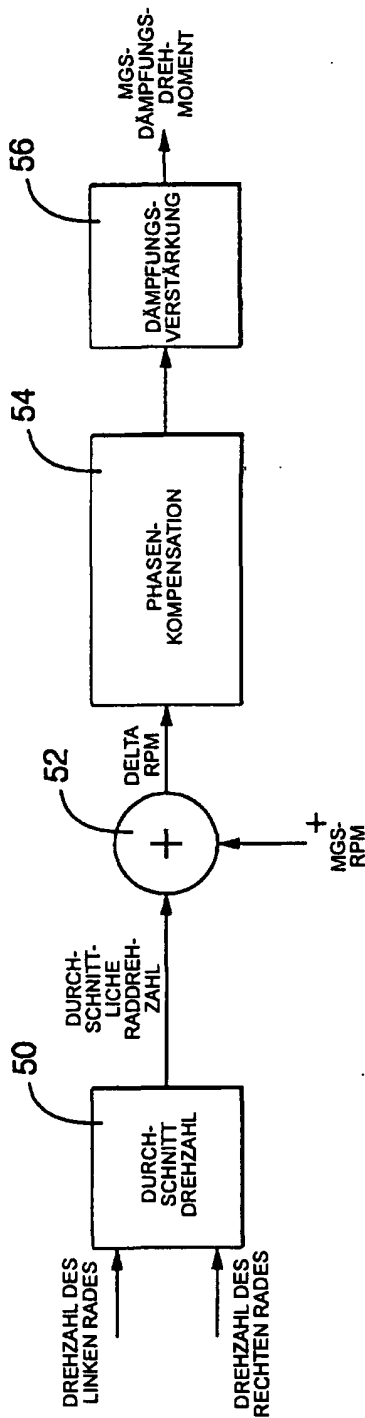
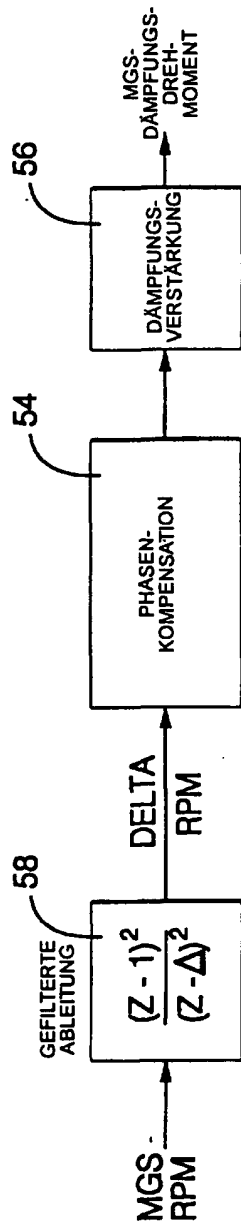


FIG. 1

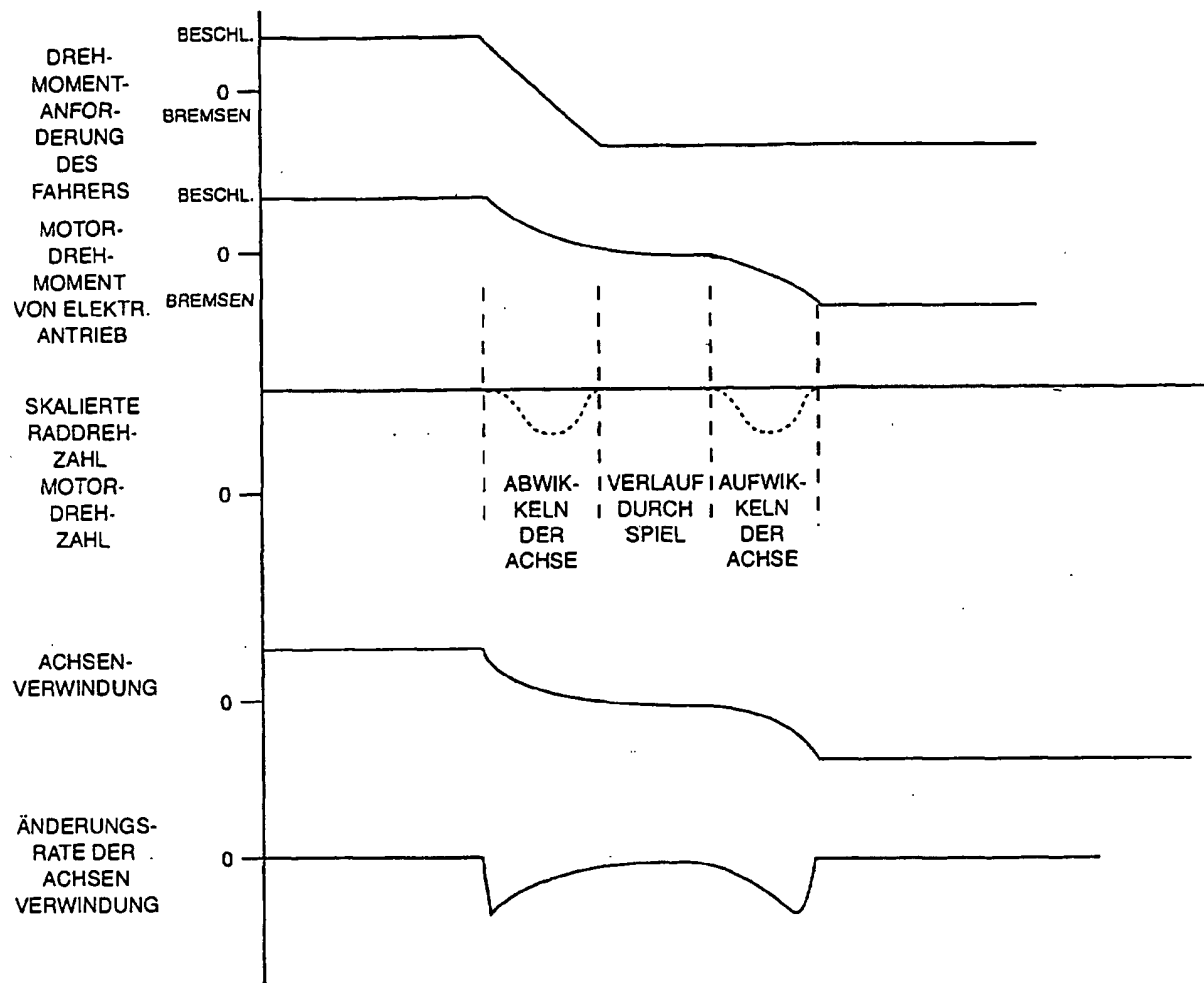




AUF RADDREHZAHL BASIERENDE  
DÄMPFUNGSKOMPENSATION  
**FIG. 3**

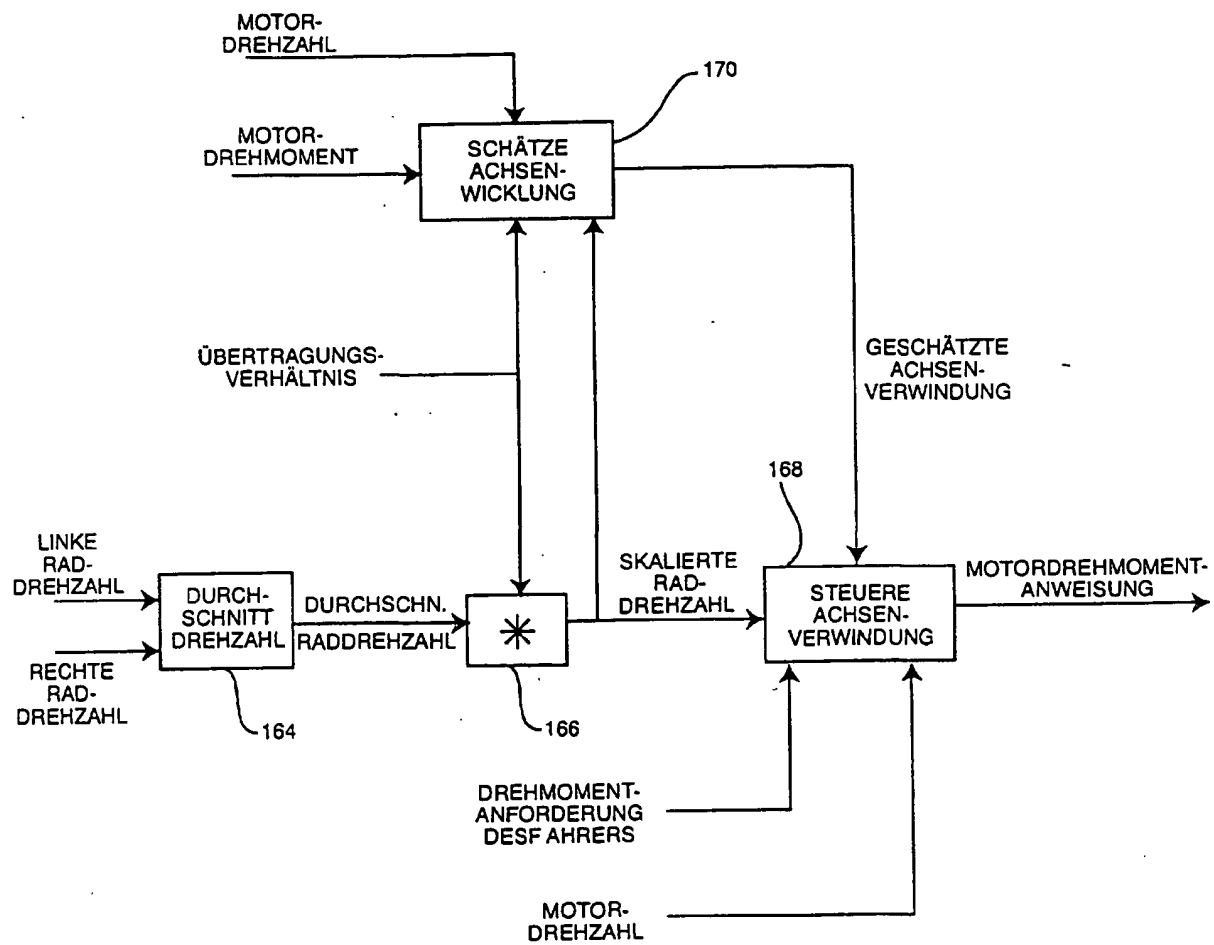


AUF MGS-RPM BASIERENDE  
DÄMPFUNGSKOMPENSATION  
**FIG. 4**



PROZESS ZUR STEUERUNG DES DUMPFEN GERÄUSCHES

Fig. 5



SIGNALFLUSS ZUR STEUERUNG DES DUMPFEN GERÄUSCHES

Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**